

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-090264

(43)Date of publication of application : 27.03.2002

(51)Int.Cl.

G01M 17/02

B60C 19/00

G06F 17/60

G06F 19/00

(21)Application number : 2000-286797

(71)Applicant : YOKOHAMA RUBBER CO LTD:THE

(22)Date of filing : 21.09.2000

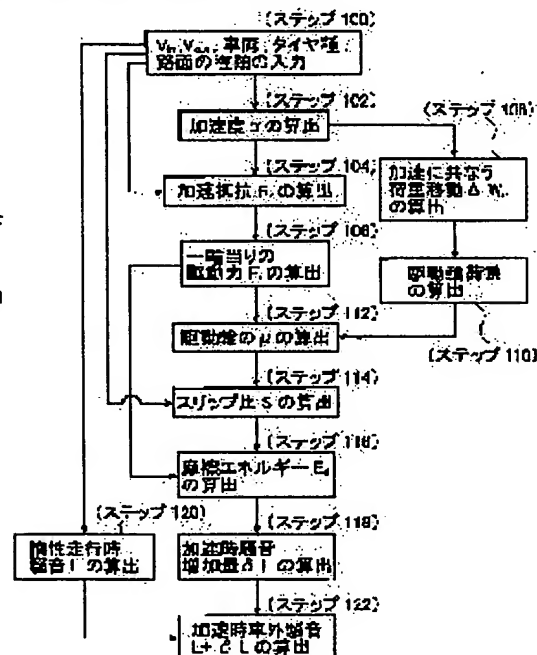
(72)Inventor : KATSURA NAOYUKI

(54) PREDICTION METHOD FOR OUTSIDE-VEHICLE NOISE OF TIRE AND RECORDING MEDIUM STORED WITH TIRE OUTSIDE-VEHICLE NOISE PREDICTION PROGRAM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a prediction method, for the outside-vehicle noise of a tire, in which the level of the in-acceleration outside-vehicle noise of the tire can be predicted with high reproducibility, with satisfactory accuracy and easily.

SOLUTION: The in-acceleration outside-vehicle noise of the tire is predicted in such a way that the inertial running noise of the tire generated in a running operation at a prescribed running speed is composited with an in-acceleration noise increase amount generated in an acceleration at the predicted running speed. The in-acceleration noise increase amount is found by using frictional energy which is generated by accelerating the rotation of the tire and which acts between the tire and a road surface or by using frictional power which is generated by accelerating the rotation of the tire and which acts between the tire and the road surface.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Predict by compounding noise augend at the time of the acceleration generated in case the noise outside a vehicle is accelerated from the noise and a predetermined travel speed at the time of inertia transit of the tire generated in case it runs at the rate of predetermined at the time of acceleration of a tire. The friction energy which is the noise prediction approach outside a tire vehicle at the time of acceleration, and works between the tire produced at the time of said acceleration when noise augend accelerates rotation of a tire, and a road surface, Or the noise prediction approach outside a tire vehicle characterized by asking using the friction power committed between the tire produced by accelerating rotation of a tire, and a road surface.

[Claim 2] Noise augend is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 1 searched for with the function which carried out logarithmic transformation of the polynomial of said friction energy or said friction power at the time of said acceleration.

[Claim 3] Said polynomial is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 2 which is the primary polynomial or secondary polynomial of said friction energy or said friction power.

[Claim 4] Said friction energy is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 1 to 3 searched for using the driving force which works into a tire in case rotation of a tire is accelerated, and the slip ratio to the road surface of a tire.

[Claim 5] Said friction energy is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 4 of carrying out the multiplication of said driving force and said slip ratio, and asking for them.

[Claim 6] Said friction power is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 1 to 3 searched for using the driving force which works into said tire in case rotation of a tire is accelerated, and the slip velocity to the road surface of a tire.

[Claim 7] Said friction energy is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 6 of carrying out the multiplication of said driving force and said slip velocity, and asking for them.

[Claim 8] Said driving force is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 4 to 7 measured and acquired by the sensor attached in said car when the car equipped with a tire is actually accelerated.

[Claim 9] Said slip ratio or said slip velocity is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 4 to 8 searched for from the travel speed of said car obtained when the car equipped with a tire is actually accelerated, and the angular rate of rotation of a tire.

[Claim 10] It is the noise prediction approach outside a tire vehicle which is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 4 to 7, and is characterized by to compute said driving force and said slip ratio, or said slip velocity using the car item information on said assumed car, and the travel-speed information before and behind acceleration of said car supposing the car which equips with a tire in case the noise outside a vehicle is predicted at the time of acceleration of a tire.

[Claim 11] The noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 10

characterized by making into 0.12 or less times of the empty vehicle weight of said car rotation equivalent partial weight produced with acceleration of said car 0.07 or more times in case said driving force and said slip ratio, or said slip velocity is computed.

[Claim 12] The noise outside a vehicle is the noise prediction approach outside a tire vehicle according to claim 1 to 11 predicted in the form of [of changing the noise level in a measurement-of-sound-level location with the location of said tire] a noise level fluctuation wave including the space attenuation which makes a tire the simple sound source at the time of acceleration of said tire.

[Claim 13] By compounding noise augend at the time of the acceleration generated in case it accelerates from the noise and a predetermined travel speed using a computer at the time of inertia transit of the tire generated in case it runs at the rate of predetermined It is the record medium which recorded the program for predicting the noise outside a vehicle at the time of acceleration of a tire. At the time of said acceleration noise augend The record medium which recorded the noise prediction program outside a tire vehicle characterized by asking using the friction power committed between the friction energy which works between the tire produced by accelerating rotation of a tire, and a road surface or the tire produced by accelerating rotation of a tire, and a road surface.

[Claim 14] It is the record medium which recorded the noise prediction program outside a tire vehicle according to claim 13. The driving force which works into a tire using the car item information on this car, and the travel-speed information before and behind acceleration of said car supposing the car which equips with a tire in case the noise outside a vehicle is predicted at the time of acceleration of a tire in case rotation of a tire is accelerated, Said driving force which computed the slip ratio to the road surface of a tire, or the slip velocity to the road surface of a tire, and was computed, The record medium which recorded the noise prediction program outside a tire vehicle characterized by computing said friction energy or said friction power using said slip ratio or said slip velocity.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] Especially this invention relates to the noise prediction approach outside a tire vehicle at the time of the acceleration which can be predicted often [precision] and easily, and the record medium which recorded the noise prediction program outside a tire vehicle about the noise prediction approach outside a tire vehicle at the time of acceleration.

[0002]

[Description of the Prior Art] At the time of acceleration of current and an automobile, an upper limit is set up by regulation of traffic noise, and the noise outside a vehicle is JIS also about the test method. D 1024 and ISO It is set up by 362 as "being a noise test method outside a vehicle at the time of acceleration of an automobile." As shown in drawing 7 , location A-A' is passed with threshold speed V_{in} , Car C is set to location B-B' 20m away from location A-A', and this test method is escape velocity V_{out} . It is made to escape. It is the middle of location A-A' and location B-B', and it is 7.5m away from the center line of a road surface G, and noise level is measured using the microphone arranged in the location (measurement-of-sound-level location) M located in height of 1.2m from a road surface G until the back end of Car C passes location B-B', after the front end of Car C passes location A-A' in that case. Since the tire noise generated from Tire T is also included as an element of the noise outside a vehicle in this test method at the time of acceleration, it is desirable for the noise outside a vehicle to be also low at the time of acceleration of the tire which generates Tire T as a sound source.

[0003] At the time of acceleration of current and such a tire, the noise outside a vehicle is searched for by running a car using the road surface paved with a carpet, and measuring the noise in that case, in order to carry out noise reduction of an engine sound, an inhalation-of-air sound, exhaust sound, etc. of a car by noise reduction processing or to eliminate the tire noise generated from between a tire and a road surface.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] however, in the real vehicle trial which used such a car When the rate in the escape location defined above "it is a noise test method outside a vehicle at the time of acceleration of an automobile" performs noise reduction processing to a car, in order for the acceleration engine performance of a car to fall Or in order to carpet on a road surface G and to perform acceleration transit for noise reduction It is escape velocity V_{out} from the case where driving force runs the ISO10844 road-surface top which does not fully generate but is defined by specification. It was late, namely, the acceleration in a real vehicle trial was small in many cases, and there was a problem that the precision of the noise outside a vehicle was bad, at the time of acceleration of the tire which can be found from the measurement result of a real vehicle trial. Moreover, since the noise level of a car also changed whenever it carries out noise reduction processing, at the time of acceleration of the tire predicted using a measurement result, the noise outside a vehicle changed at every noise reduction processing, and had the problem that repeatability was also bad.

[0005] Moreover, when the noise outside a vehicle was searched for from the measurement result of a real vehicle trial at the time of acceleration of a tire, using the relation between a car

location, a car rate, and noise level, complicated processing had to be performed using this relation and there was also a problem that the measuring time and the processing time became long.

[0006] For example, the above JIS D 1024 and ISO Carry out acceleration transit of the car C using "being a noise test method outside a vehicle at the time of acceleration of an automobile", and the noise is measured. [which is specified by 362] Since about ten acceleration transit is needed for one acceleration transit in consideration of dispersion in measurement from this measurement data for about 3 minutes when searching for the noise outside a vehicle at the time of acceleration of Tire T, this acceleration driving test takes about 30 minutes. Furthermore, it is necessary to carpet a road surface G, or to prepare the smooth tire with which the pattern is not given to the tread section of a tire, and to perform an acceleration driving test on the same transit conditions as the above-mentioned acceleration driving test, and this acceleration driving test takes about 30 minutes. furthermore, the threshold speed V_{in} which is the transit conditions of the above-mentioned acceleration driving test to escape velocity V_{out} up to -- it is necessary to measure the noise at a predetermined travel speed at the time of inertia transit, and a noise test takes about 30 minutes at the time of this inertia transit. That is, only measurement takes sum total about 90 minutes. Furthermore, it is necessary to perform complicated processing using the relation between the noise level of measurement-of-sound-level data and the location of Car C which are obtained as time series data, and the travel speed at that time. This processing takes about 180 minutes and the time amount for sum total about 270 minutes is required together with about 90 above-mentioned minutes which measurement takes. When the relation of the noise level, the location, and the travel speed at the time of Car C is unknown, the noise outside a vehicle cannot be searched for at the time of acceleration of a tire. Even when there is a car C which carried out silence processing even if, since about 10 times needs to be acceleration run, in consideration of dispersion in measurement, it requires for one acceleration transit for about 30 minutes for 3 minutes at measurement. Thus, when the noise outside a vehicle was searched for from the measurement result of a real vehicle trial at the time of acceleration of a tire, there was a problem that the measuring time and the processing time became long.

[0007] Then, this invention cancels the above-mentioned trouble and aims at offer of the noise prediction approach outside a tire vehicle that repeatability is high and can predict the level of the noise outside a vehicle often [precision] and easily at the time of acceleration of a tire.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, this invention at the time of acceleration of a tire the noise outside a vehicle Predict by compounding noise augend at the time of the acceleration generated in case it accelerates from the noise and a predetermined travel speed at the time of inertia transit of the tire generated in case it runs at the rate of predetermined. The friction energy which is the noise prediction approach outside a tire vehicle at the time of acceleration, and works between the tire produced at the time of said acceleration when noise augend accelerates rotation of a tire, and a road surface, Or the noise prediction approach outside a tire vehicle characterized by asking using the friction power committed between the tire produced by accelerating rotation of a tire and a road surface is offered.

[0009] As for noise augend, it is desirable at the time of said acceleration to ask with the function which carried out logarithmic transformation of the polynomial of said friction energy or said friction power here, and, as for said polynomial, it is desirable that it is the primary polynomial or secondary polynomial of said friction energy or said friction power. As for said friction energy, it is desirable to ask using the driving force which works into a tire in case rotation of a tire is accelerated, and the slip ratio to the road surface of a tire here, and, as for said friction energy, it is desirable to carry out the multiplication of said driving force and said slip ratio, and to ask for them. On the other hand, as for said friction power, it is desirable to ask using the driving force which works into said tire in case rotation of a tire is accelerated, and the slip velocity to the road surface of a tire, and, as for said friction energy, it is desirable to carry out the multiplication of said driving force and said slip velocity, and to ask for them.

[0010] Moreover, as for said driving force, it is desirable to be measured and acquired by the sensor attached in said car, when the car equipped with a tire is actually accelerated, and, as for said slip ratio or said slip velocity, it is desirable to ask from the travel speed of said car obtained when the car equipped with a tire is actually accelerated, and the angular rate of rotation of a tire.

[0011] Here, in case the noise outside a vehicle is predicted in the above-mentioned noise prediction approach outside a tire vehicle at the time of acceleration of a tire, it is desirable that said driving force and said slip ratio, or said slip velocity is computed using the car item information on said assumed car and the travel-speed information before and behind acceleration of said car supposing the car equipped with a tire. In case said driving force and said slip ratio, or said slip velocity is computed in that case, it is desirable to make into 0.12 or less times of the empty vehicle weight of said car rotation equivalent partial weight produced with acceleration of said car 0.07 or more times. Furthermore, as for the noise outside a vehicle, it is desirable at the time of acceleration of said tire to be predicted including the space attenuation which makes a tire the simple sound source in the form of [of changing the noise level in a measurement-of-sound-level location with the location of said tire] a noise level fluctuation wave.

[0012] This invention moreover, by compounding noise augend at the time of the acceleration generated in case it accelerates from the noise and a predetermined travel speed using a computer at the time of inertia transit of the tire generated in case it runs at the rate of predetermined It is the record medium which recorded the program for predicting the noise outside a vehicle at the time of acceleration of a tire. At the time of said acceleration noise augend The friction energy which works between the tire produced by accelerating rotation of a tire, and a road surface, Or the record medium which recorded the noise prediction program outside a tire vehicle characterized by asking using the friction power committed between the tire produced by accelerating rotation of a tire and a road surface is offered.

[0013] In the record medium which recorded the above-mentioned noise prediction program outside a tire vehicle here The driving force which works into a tire using the car item information on this car, and the travel-speed information before and behind acceleration of said car supposing the car which equips with a tire in case the noise outside a vehicle is predicted at the time of acceleration of a tire in case rotation of a tire is accelerated, It is desirable to compute the slip ratio to the road surface of a tire or the slip velocity to the road surface of a tire, and to compute said friction energy or said friction power using said computed driving force, and said slip ratio or said slip velocity.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the record medium which recorded the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention and the noise prediction program outside a tire vehicle is explained to a detail based on the suitable example shown in an attached drawing.

[0015] The configuration of the noise prediction equipment 10 outside a tire vehicle which enforces the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention is shown in drawing 1 . The noise prediction equipment 10 outside a tire vehicle is JIS as shown in drawing 7 . D It is what predicts and computes noise $L+\Delta$ outside vehicle L at the time of the . acceleration generated from Tire T faithfully supposing "being a noise test method outside a vehicle at the time of acceleration of an automobile". [which is defined by 1024] At the time of the input section 11, the car property operation part 12, the friction energy operation part 14, and acceleration, at the time of the noise augend operation part 16 and inertia transit, it has the noise operation part 18 and the memory section 22 which carries out record maintenance of the known information, such as the noise operation part 20 outside a vehicle and car item information, and the drive μ -S property of a tire, at the time of acceleration, and is constituted. In addition, a configuration part may be constituted by the hardware designed by the circuit board even if it consists of software which such a configuration part of the noise prediction equipment 10 outside a tire vehicle is performed within a computer, and demonstrates a function.

[0016] The input section 11 is a part where the class of car C, and the class of tire T and the

class of road surface G further assumed in order to predict the noise outside a tire vehicle, the travel-speed information V_{in} , i.e., the threshold speed, and escape velocity V_{out} before and behind acceleration of the car C it runs according to a test condition, and are inputted using actuation systems, such as a keyboard and a mouse. The inputted information is sent to the noise operation part 18 at the time of the car property operation part 12, the friction energy operation part 14, and inertia transit.

[0017] The car property operation part 12 is the threshold speed V_{in} and escape velocity V_{out} which were sent from the input section 11. Reception, On the other hand, the car item information on the inputted car C by which record maintenance is carried out is called to the memory section 22, this car item information is used from the information about the class of car C sent from the input section 11, and they are acceleration α and an acceleration resistance R_h . It minds. Driving force F_x which works into the tire T per flower And it is the part which computes coefficient of friction μ of Tire T. About the calculation approach, it mentions later.

[0018] The friction energy operation part 14 is the driving force F_x computed by the car property operation part 12. Using the information about the class of tire and the class of road surface which reached and were sent from the input section 11 using coefficient of friction μ , a desired drive μ -S property is called from the memory section 22, the slip ratio S is computed, and it is the friction energy E_d . It is the part to compute. About the calculation approach, it mentions later.

[0019] The rate V_v which Tire T rolls as it is indicated in drawing 2 as the slip ratio S here, and progresses an effective radius the angular rate of rotation ω of R and Tire T, and ahead of a tire, i.e., a car travel speed, When it carries out, it is the ratio defined by the following formula (1).

$$S = (R\omega - V_v) / (R\omega) \quad (1)$$

[0020] Moreover, driving force F_x which works between Tire T and a road surface G as it is indicated in drawing 2 as a drive μ -S property by acceleration of the angular rate of rotation ω of Tire T Load F_Z on which Tire T forces a road surface G A drive μ -S property with the characteristic curve C as is the defined property and shows how Ratio (= F_x/F_Z) μ , i.e., coefficient of friction, changes to the slip ratio S to drawing 3 is acquired. Namely, it is driving force F_x at the time of coasting transit. Although the slip ratio S is 0 since it is 0, Tire T is a road surface G to the driving force F_x by acceleration of the angular rate of rotation ω of Tire T. Winning popularity, coefficient of friction μ becomes large and the slip ratio S becomes large gradually. However, there is a limitation in the coefficient of friction μ between Tire T and a road surface G, and it is coefficient-of-friction μ_{up} . It does not exceed. That is, the slip ratio by acceleration of the angular rate of rotation ω of Tire T is S_p . If it exceeds, Tire T starts a slip to a road surface G, and is driving force F_x . It falls and coefficient of friction μ falls. For the acceleration of the angular rate of rotation of Tire T performed in the noise prediction equipment 10 outside a tire vehicle, the slip ratio S is the slip ratio S_p . It is carried out in the following range. Therefore, if coefficient-of-friction μ_{up} is obtained, it is the slip ratio S_m uniquely. It can be found.

[0021] When the approximation function which approximates this characteristic curve C is held by the memory section 22, record maintenance of such a drive μ -S property is carried out. This approximation function may be called, may be constituted so that the slip ratio S may be computed based on this approximation function, and It may hold in the memory section 22 by using two or more dispersed points on the curve C as shown in drawing 3 as a reference table, this reference table may be called, and the slip ratio S may be computed based on a reference table. Since such a drive μ -S property changes with the class of tire, or classes of road surface G, storage maintenance of the various drive μ -S properties is carried out beforehand at the memory section 22.

[0022] On the other hand, it is the friction energy E_d . The energy generated by friction between Tire T and a road surface G is meant. Here, it is the friction energy E_d . It defines according to the following type (2).

$$E_d = F_x \times S \quad (2)$$

Here, it is the friction energy E_d . Being expressed with a formula (2) is based on the following

reasons.

[0023] That is, originally it is the friction energy E_d . It is driving force F_x about the amount X_{disp} of displacement of the tire T to a road surface G . It is obtained by carrying out multiplication. The amount X_{disp} of displacement of the tire T to a road surface G here treading-in edge EL where the tire T to rotate begins to touch a road surface G from -- kicking -- taking out -- edge ET . It is the amount which the tread section of Tire T displaces to a road surface G in between. This rate Rx_{omega} and the car travel speed V_v at the time of touching the road surface G of the tire T from which tire $**$ carries out the multiplication of the ***** R , and is obtained by the angular rate of rotation $omega$ of Tire T the speed difference -- the tread section of Tire T -- breaking in -- edge EL from -- kicking -- taking out -- edge ET up to -- it can be found by carrying out the multiplication of the pass time t . furthermore, this pass time t -- treading-in edge EL from -- kicking -- taking out -- edge ET up to -- it is obtained by doing the division of the distance L by rate Rx_{omega} . namely, the variation rate of Tire T -- although an amount X_{disp} can be found according to the following type (3) -- treading-in edge EL from -- kicking -- taking out -- edge ET up to -- change of distance L -- a variation rate -- contribution given to change of an amount X_{disp} -- small -- distance L -- abbreviation -- it can think as fixed and can define by the form of a formula (2).

$$X_{disp} = (Rx_{omega} - V_v) \times (L / (Rx_{omega})) \quad (3)$$

In addition, the above-mentioned example is the friction energy E_d . It is driving force F_x like a formula (2). Although defined by the product of the slip ratio S , in this invention, it is not limited to this but the following formula (4) is followed, and it is the friction energy E_d . Driving force F_x . You may be any as long as it expresses with the function f using the slip ratio S . For example, driving force F_x . The secondary polynomial [3rd] of the slip ratio S etc. is illustrated.

$$E_d = f(F_x, S) \quad (4)$$

[0024] The noise augend operation part 16 is the friction energy E_d obtained by the friction energy operation part 14 at the time of acceleration. It is the part which uses and computes noise augend ΔL at the time of acceleration of Tire T . Here, at the time of acceleration of Tire T , noise augend ΔL follows the following formula (5), and is the friction energy E_d . It asks with the function which carried out logarithmic transformation of the polynomial $g(E_d)$.

$$\Delta L = 10 \times \log \{g(E_d) / (2\pi r^2)\} \quad (5)$$

Here, r is the distance of Tire T and the measurement-of-sound-level location M , and the space attenuation which made Tire T the simple sound source is taken into consideration so that the value of Polynomial $g(E_d)$ may fall in the form in inverse proportion to the square of r . Here, $g(E_d)$ is the primary polynomials [secondary / 3rd / further]. Since noise augend ΔL is expressed by the function of the distance r of the location of Tire T , and the measurement-of-sound-level location M at the time of such acceleration as shown in a formula (5) JIS D In order to change into the distance r_0 defined by "it being a noise test method outside a vehicle at the time of acceleration of an automobile", [of 1024] The amount L_{hang} of front body overhangs of the car C in car item information is used, and it is distance r_0 . It changes and is distance r_0 further. The formula of noise augend ΔL is used at the time of the changed acceleration, and it is distance r_0 . A value is changed and it is distance r_0 . It asks for noise augend ΔL at the time of the receiving acceleration. Noise augend ΔL is sent to the noise operation part 20 outside a vehicle at the time of acceleration at the time of such acceleration.

[0025] The noise operation part 18 is the threshold speed V_{in} and escape velocity V_{out} which were sent from the input section 11 at the time of inertia transit. It is the part which computes the noise L using information at the time of the inertia transit in each travel speed under acceleration. The noise L is the car travel speed V_v here at the time of inertia transit. In case it runs, it is the noise of the tire T generated from Tire T . Generally, the noise is the car travel speed V_v at the time of inertia transit. It receives and is $C_1 \times \log(V_v) +$. It is expressed with the form of C_2 (constant predetermined in C_1 and C_2). Also in the noise operation part 18, the noise L is computed in consideration of the space attenuation at the time of setting distance of the location of Tire T , and the location of the measurement-of-sound-level location M to r further using this at the time of the inertia transit in each travel speed under acceleration in the measurement-of-sound-level location M at the time of inertia transit. Distance r_0 defined above

"it is a noise test method outside a vehicle at the time of acceleration of an automobile" using the amount L_{hang} of front body overhangs of the car C in car item information in that case as shown in drawing 5 It changes and is distance r_0 . It is made to change and is distance r_0 . The noise L is searched for at the time of the receiving inertia transit. In this way, the noise L is sent to the noise operation part 20 outside a vehicle at the time of acceleration at the time of the computed inertia transit.

[0026] As for the noise operation part 20 outside a vehicle, noise augend ΔL is compounded by the noise L at the time of acceleration at the time of inertia transit at the time of acceleration. At the time of the sent inertia transit, at the time of the noise L and acceleration, since noise augend ΔL is data of the unit of dBA, after being once returned to sound pressure and adding the sound pressure of noise augend ΔL in linearity at the time of the noise L and acceleration at the time of the inertia transit in the same distance r_0 , logarithmic transformation of the synthetic approach is carried out, and it is returned to the unit of dBA. In this way, distance r_0 in the measurement-of-sound-level location M Noise $L + \Delta L$ outside vehicle L is computed at the time of the receiving acceleration of Tire C, it is sent to a monitor, a printer, etc. which are not illustrated, and the printed output of the noise level fluctuation wave W as shown in drawing 1 is displayed or carried out.

[0027] Car item information is classified into the class of car C, storage maintenance is carried out, and it is classified into the combination of the class of tire T, and the class of road surface G by the memory section 22, and record maintenance of the drive μ -S property is carried out at it. Car item information is information, such as the numbers of driving wheels, such as drive methods, such as a wheel base, FF, and FR, and four flowers, and two etc. flowers, in vehicle overall length, crew and the amount of product loads, empty vehicle weight, the amount of last axle loads, and car center-of-gravity height. The class of car means the form of the type of a car which a car manufacturer manufactures and sells etc. Or like a passenger car and a 1t truck, it may be classified into a rough type of a car, and storage maintenance of the typical car item information according to it may be carried out.

[0028] the drive μ -S property by which record maintenance is carried out -- FT-III by the MTS company etc. -- it could be measured by the measurement on an indoor base which measures a μ -S property, and you may be measured by the real on the street one using the well-known trailer which measures a μ -S property, and it may be computed by simulation being carried out using a still better known tire structure model etc. Moreover, friction energy E_d used for the memory section 22 by the noise augend 16 at the time of acceleration Each multiplier of the function g of a polynomial (E_d) may be recorded, and record maintenance of the multiplier of Function g (E_d) may be carried out at the memory section 22 so that the desired function g (E_d) may be set up by an operator's input.

[0029] In addition, the above-mentioned example is the friction energy E_d of Tire T. Friction power W_d performed between Tire T and a road surface G instead of friction energy E_d in this invention although it uses and asks for noise augend ΔL at the time of acceleration You may use. In this case, it changes to the friction energy operation part 14, and friction power operation part is used. In friction work operation part, it asks for the slip ratio S like the friction energy operation part 14 using the coefficient of friction μ sent from the car property operation part 12, and the drive μ -S property called from the memory section 22. Furthermore, the slip ratio S, threshold speed V_{in} , and escape velocity V_{out} which were called for It uses, asks for slip velocity ($Rx\omega - V_v$) ($=\Delta V$), and is driving force F_x to this slip velocity ($Rx\omega - V_v$). It is the friction power W_d by carrying out multiplication. It asks. The multiplier of the polynomial of a formula (5) is the friction energy E_d in that case. It differs from the case where it uses. The noise prediction equipment 10 outside a tire vehicle is constituted as mentioned above.

[0030] Next, the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention is explained based on the processing flow in the noise prediction equipment 10 outside a tire vehicle shown in drawing 4. First, the information about the class of threshold speed V_{in} (km/h) and escape velocity V_{out} (km/h), and car C, the class of tire T, and the class of road surface G is inputted into the input section 11 (step 100). Next, the inputted information is sent to the car property

operation part 12, and the car item information on the request by which record maintenance was carried out is called to the memory section 22 from the information about the class of car C. vehicle overall length L_{total} in this car item information location A-A' which is used and is shown in drawing 7 according to the following type (6), and location B-B' 20m away from this location - the acceleration α of a between (m/s²) is computed (step 102).

$$\alpha = [(V_{out}/3.6)^2 - (V_{in}/3.6)^2] / 2 / (L_{total} + 20) \quad (6)$$

here -- the denominator of a formula (2) -- setting -- $** (L_{total} + 20)$ -- after the front end of Car C passes [the above-mentioned test method] location A-A', it carries out because while the back end of Car C passes location B-B' is set as the measuring time.

[0031] The called-for acceleration α is the empty vehicle weight W_1 in car item information. It reaches and is an acceleration resistance R_h in crew and the amount w of product loads. It computes according to the following formula (7) (step 104).

$$R_h = (W_1 + \Delta W + w) \times \alpha / G \quad (7)$$

Here, G is gravitational acceleration and ΔW is rotation section phase-splitting this weight. Rotation section phase-splitting this weight is empty vehicle weight W_1 . When it is desirable that they are [0.07 or more time] 0.12 or less times, for example, Car C is a passenger car, it is empty vehicle weight W_1 . When Car C is a truck, one about 0.08 times the weight of this is empty vehicle weight W_1 . The one of being used as rotation section phase-splitting this weight about 0.11 times the weight of this is good.

[0032] Here, in case rotation section phase-splitting this weight ΔW accelerates Car C, it means what expressed the inertial resistance accompanying acceleration of rotating parts, such as Tire T and a rotation shaft, with the dimension of weight. Moreover, rolling resistance R_r produced when the whole wheel containing the tire T of Car C rotates. Generally it is empty vehicle weight W_1 . By reaching, since it is the 0.02 times as many abbreviation for the sum of crew and the amount w of product loads as this, the following formula (8) is followed, and it is rolling resistance R_r . It asks.

$R_r = 0.02 \times (W_1 + w) \quad (8)$ Acceleration resistance R_h obtained in this way Rolling resistance R_r It is added. Furthermore, in $n = 2$ or 4-flower drive, $n = 4$ is taken into consideration by the case of the several n driving wheel which becomes settled according to the class of car C, for example, a two-flower drive. The driving force F_x which works to one flower of Car C according to the following formula (9), i.e., driving force per [which the tire T to accelerate receives from a road surface G] flower, It is computed (step 106). Generally, although air resistance is also produced at the time of acceleration transit of Car C, air resistance is an acceleration resistance R_h . Rolling resistance R_r It compares and can omit small.

$$F_x = (R_h + R_r) / n \quad (9)$$

[0033] Thus, driving force F_x which works into the tire T called for By comparing with the measurement driving force actually measured by real vehicle trial, it is empty vehicle weight W_1 about rotation section phase-splitting this weight ΔW mentioned above. What it asks for as 0.12 or less times 0.07 or more times is the rolling resistance R_r for which it was desirable and asked according to the formula (8). It turns out that including is desirable.

[0034] Driving force F_x computed using formula (7) - (9) when using FR passenger car of a rear drive for drawing 5 as a car C A characteristic indication of the measurement driving force measured by the real vehicle trial is given. Here, driving force is measured with the component-of-a-force meter which attached in the axle of a rear wheel the measurement driving force measured by real vehicle trial. According to the test method shown in drawing 7, it advances from location A-A' by making threshold speed V_{in} into 50 km/h, it sets to location B-B', and the transit conditions of Car C are escape velocity V_{out} . It escapes. The graph in drawing 4 shows the relation of the driving force to the speed difference $(V_{out} - 50)$, and the result of the actually measured measurement driving force is plotted by <> mark.

[0035] moreover, driving force F_x computed by a formula (7), (8), and (9) at drawing 4 ***** -- rolling resistance R_r With each notation of ** mark, * mark, and * mark, the result of existence and three conditions about extent of rotation section phase-splitting this weight ΔW is distinguished, and is describing.

[0036] ** mark in drawing 4 makes rotation section phase-splitting this weight ΔW in a

formula (7) 0.08 times of empty vehicle weight $W1$ here. Rolling resistance R_r in a formula (9) It is a result at the time of using according to a formula (8). $**$ mark It is empty vehicle weight $W1$ about rotation section phase-splitting this weight ΔW of a formula (7). It considers as 0.08 times and is the rolling resistance R_r in a formula (9). It is a result at the time of being referred to as 0. $*$ mark It is empty vehicle weight $W1$ about rotation section phase-splitting this weight ΔW in a formula (7). It considers as 0.8 times and is the rolling resistance R_r in a formula (9). It is a result at the time of being referred to as 0. In addition, it sets in $*$ mark and is empty vehicle weight $W1$ about rotation section phase-splitting this weight ΔW in a formula (7). In the case of the former and a passenger car, it is the empty vehicle weight $W1$ which was considered as 0.8 times. In the case of 0.8 times and a medium-duty truck, it is empty vehicle weight $W1$. It is [that it is known that they are 1.10 times (Riko-Tosho Publishing Co., Ltd. "automatic Shariki study" Katsuzo Kageyama, Ichiro Kageyama work, P66) and].

[0037] The plot nearest to [so that clearly from drawing 5] the result of the measurement driving force expressed with $\langle \rangle$ mark is empty vehicle weight $W1$ about rotation section phase-splitting this weight ΔW . It is $**$ mark which considered as 0.08 times and took rolling resistance R_r into consideration, and is $**$ mark at the degree. It is based on the conventional knowledge and is empty vehicle weight $W1$ about rotation section phase-splitting this weight ΔW . $*$ mark made into 0.8 times separates greatly from the result of measurement driving force.

[0038] Driving force F_x computed using formula (7) - (9) when Car C is used as a truck It is empty vehicle weight $W1$ about rotation section phase-splitting this weight ΔW . By considering as a 0.11 times as many abbreviation as this, it corresponds with measurement driving force. As mentioned above, it is empty vehicle weight $W1$ about rotation equivalent weight ΔW . It is desirable that it takes 0.07 or more times for 0.12 or less times.

[0039] Next, load migration ΔW_m of the car C order ring accompanying acceleration α using the acceleration α for which it asked at step 102 It computes according to the following formula (10) (step 108).

$$\Delta W_m = h \times (W1 + w) \times \alpha / L_w / G \quad (10)$$

Here, h is a car height of center of gravity in car item information, and is L_w . A wheel base is shown. In this way, load migration ΔW_m computed The load F_z which joins a driving wheel according to the following type (11) or (12), i.e., the normal load which acts on the tire T of a driving wheel, It is computed (step 110).

$$\text{In the case of FF: } F_z = (W_f - \Delta W_m) / n' \quad (11)$$

$$\text{In the case of FR: } F_z = (W_r + \Delta W_m) / n' \quad (12)$$

Here, it is W_f . It is a front axle weight in car item information, and is empty vehicle weight $W1$. When crew and the addition weight w are applied, they are $**$ or $*****$ at a last shaft. W_r the amount of back axle loads -- it is -- $W_r = W1 + w - W_f$ it is . Here, n' is the number of wheels of a last shaft or a back shaft, for example, in the case of a passenger car, is $n'=2$.

[0040] (In this way, the load on driving wheel F_z searched for, i.e., the normal load which acts on the tire T of a driving wheel, Driving force F_x computed at step 106 It uses and the coefficient of friction μ of a driving wheel, i.e., coefficient of friction of the tire T of a driving wheel, is computed according to the following type (13) (step 112).)

$$\mu = F_x / F_z \quad (13)$$

In this way, it is sent to the obtained friction energy operation part 14. Although computed using an analysis type, in this invention, the processing of steps 102-112 in this example performed by the car property operation part 12 may not be limited to this, but may be calculated using the car model modeled based on car item information using a well-known mechanism solution program. For example, it is Mechanical Dynamics, Inc. as a mechanism solution program. Shrine ADMS etc. is illustrated. Thus, it is a normal load F_z easily by using the car model created by the analysis type, the mechanism solution program, etc. It is computable. Furthermore, coefficient of friction μ is computable by using the tire model created by finite-element-method programs, such as ABAQUS.

[0041] In addition, driving force F_x There is not necessarily no need of being computed using the car model created by the analysis type or the mechanism solution program, and it sets to this

invention. What was actually measured by sensors attached in the rotation axle of the tire T of Car C, such as a 6-minute force gauge, and was acquired may be adopted by actually accelerating the car C equipped with Tire T from a predetermined rate. Moreover, what is called for by measuring the travel speed of Car C and the rotational speed of Tire T may be adopted by accelerating the car C equipped with Tire T from a predetermined rate also about the slip ratio S or slip velocity ΔV .

[0042] In the friction energy operation part 14, as the drive μ -S property of the request by which record maintenance was carried out is called to the memory section 22 and it is shown in drawing 3 based on the coefficient of friction μ sent from the car property operation part 12 from the information about the class of tire T and the class of road surface G which were sent from the input section 11, the slip ratio S is computed (step 114). A drive μ -S property is the normal load F_z which joins Tire T since coefficient of friction μ and the slip ratio S are formed into the-less dimension. The case where it differs, and car travel speed V_v It can use, even when the angular rates of rotation ω differ.

[0043] Next, the slip ratio S and driving force F_X which were computed It uses, a formula (2) and a formula (4) are followed, and it is the friction energy E_d . It computes (step 116). In this way, computed friction energy E_d It is sent to the noise augend operation part 16 at the time of acceleration, and noise augend ΔL is computed at the time of acceleration (step 118). The calculation approach is computed according to a formula (5). Here, it is $C_3 \times E_d + C_4$ as a function of $g(E_d)$. The primary polynomial [secondary] ($C_3 - C_6$ are all a predetermined multiplier) of $C_5 \times E_d^2 - C_6 \times E_d$ etc. is illustrated. The amount L_{hang} of front body overhangs of the car C in the car item information that the distance r in a formula (5) is furthermore shown in drawing 7 is used, and it is distance r_0 . It changes and is distance r_0 . A value is changed and it is distance r_0 . It asks for noise augend ΔL at the time of the receiving acceleration. Noise augend ΔL is sent to the noise operation part 20 outside a vehicle at the time of acceleration at the time of such acceleration.

[0044] The threshold speed V_{in} sent from the input section 11 by the noise operation part 18 on the other hand at the time of inertia transit, and escape velocity V_{out} The noise L is computed using information at the time of the inertia transit in each travel speed under acceleration (step 120). Namely, it is the noise L at the time of inertia transit $C_1 \times \log(V_v) +$ It computes in the form of C_2 (each of C_1 and C_2 is a predetermined multiplier), the space attenuation at the time of considering as the distance r of Tire T and the measurement-of-sound-level location M is further taken into consideration, and it is distance r_0 . The noise L is searched for at the time of the receiving inertia transit. At the time of such inertia transit, the noise L may actually run Car C, may measure it, may obtain it, and may obtain it using a well-known measurement-on indoor base machine. The noise L is sent to the noise operation part 20 outside a vehicle at the time of acceleration at the time of the called-for inertia transit.

[0045] At the time of acceleration, by the noise operation part 20 outside a vehicle, noise augend ΔL is compounded at the time of the noise L and acceleration at the time of the sent inertia transit, and noise $L + \Delta L$ outside vehicle L is computed at the time of acceleration of Tire T (step 122). Here, at the time of the sent inertia transit, at the time of the noise L and acceleration, since it is obtained by dBA display, it is changed into linear sound pressure, and noise augend ΔL is the same distance r_0 . After the sound pressure which can be set is added, logarithmic transformation is carried out and it considers as a dBA display. The noise level fluctuation wave W from which the data of noise $L + \Delta L$ outside vehicle L are outputted [equipment / 10 / outside a tire vehicle / noise prediction] as output data, and numeric data is outputted to output units which are not illustrated, such as a monitor and a printer, or noise level changes according to the location of Car C is displayed at the time of such acceleration.

[0046] The comparison with the forecast of noise $L + \Delta L$ ** outside a vehicle and the measured value which actually ran Car C, measured it and searched for the noise outside a vehicle with high precision at the time of acceleration of Tire T is shown in drawing 6 on the basis of predetermined noise level α [dBA] at the time of acceleration of the tire T predicted by the above-mentioned approach. Each of forecasts and measured value shows the noise level to the location of the car of arbitration among the acquired noise level fluctuation waves W. In

addition, the used tire T is all a tire for entrainment, and is a tire of ten specifications of ZR16 225/50 with the tire of 205 / 5 of 55R16 specifications, the tire of three specifications of 215 / 60R16, and the tire of four specifications of 225/45ZR17.

[0047] It sets at a ceremony (5) and ** mark among drawing 6 is C5 xEd 2-C6 xEd (C5 and C6) about g (Ed). It is the plot of the forecast and measured value of noise L+delta outside vehicle L at the time of the acceleration from which all were obtained as a predetermined multiplier. <> mark Friction energy Ed of a formula (5) It is the friction power Wd to instead of. It is the plot of the forecast and measured value of noise L+delta outside vehicle L at the time of the acceleration which used and was obtained considering g (Wd) at that time (each of C3 and C4 is a predetermined multiplier) as C3 xEd+C4.

[0048] The correlation coefficient of the forecast of <> mark and measured value is abbreviation 0.8, forecast =1.0008x measured value, a next door, and the precision of the regression at that time are also good, moreover, repeatability is also high and drawing 6 shows that a forecast is equivalent to measured value. Furthermore, the correlation coefficient of the forecast of ** mark and measured value is abbreviation 0.9, it is very accurate, and moreover, repeatability is also high and regression is also known by forecast =0.999x being measured value, being a next door, and that a forecast is equivalent to measured value.

[0049] When the noise L and a drive mu-S property are known in using such a noise prediction approach outside a tire vehicle at the time of inertia transit, calculation of noise L+delta outside vehicle L is about 10 seconds only at the time of acceleration. When the noise L and a drive mu-S property are not known at the time of inertia transit but you need measurement of this drive mu-S property, the acquisition by measurement of a drive mu-S property is about only 1 minute, and takes only about a total of 31 minutes together with time amount 30 minutes which measurement of the noise L takes at the time of inertia transit. The former, JIS D 1024 and ISO Measurement of sound level is performed using "being a noise test method outside a vehicle at the time of acceleration of an automobile", and the time amount which calculation of the noise outside a vehicle takes at the time of acceleration of a tire is sharply shortened compared with the case where the noise outside a vehicle is searched for at the time of acceleration of a tire. [which is specified by 362] And as shown in drawing 6 , repeatability is high and can compute with a sufficient precision.

[0050] As for such a prediction approach of the noise outside a tire vehicle, it is desirable to be stored in well-known record media, such as CD-ROM and a floppy disk, as a noise prediction program outside a tire vehicle. The noise augend operation part 16 and the program which carries out each function of the noise operation part 20 outside a vehicle at the time of the noise operation part 18 or acceleration at the time of inertia transit may be stored in a record medium at the time of acceleration, and for example, further Friction energy Ed Friction power Wd Driving force Fx needed in case it computes It reaches. The program which carries out each function, such as the car property operation part 12 and the friction energy operation part 14 which compute coefficient of friction mu, slip velocity deltaV, etc., and friction power operation part, may be stored in a record medium. Moreover, the program which functions the noise prediction equipment 10 outside a tire vehicle whole may be stored in a record medium.

[0051] As mentioned above, although the record medium which recorded the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention and the noise prediction program outside a tire vehicle was explained to the detail, this invention of various kinds of amelioration and modification being made is natural in the range which limitation is not carried out to the above-mentioned example, and does not deviate from the summary of this invention.

[0052]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the friction energy which works between the tire which is produced by accelerating rotation of a tire according to this invention as explained to the detail, and a road surface, Or by calculating noise augend using the friction power committed between the tire produced by accelerating rotation of a tire, and a road surface at the time of acceleration of a tire, at the time of acceleration of a tire, repeatability is high and can predict the level of the noise outside a vehicle often [precision] and easily in a short time. The noise outside a vehicle can be further predicted [by computing the slip ratio or slip velocity to a road

surface of the driving force which works into a tire especially, and a tire using the car item information on a car, and the travel-speed information before and behind acceleration of a car, and computing friction energy and friction power using this] for noise augend easily in a short time at the time of acceleration of a tire at the time of acceleration of a tire.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing an example of the noise prediction equipment outside a tire vehicle which enforces the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view which explains the rate, the driving force, and the normal load at the time of the acceleration transit by the target tire in the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention.

[Drawing 3] It is an explanatory view explaining the drive μ -S property of being used for the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows an example of the flow of the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention.

[Drawing 5] It is drawing showing the comparison with the driving force computed by the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention, and measurement driving force.

[Drawing 6] It is drawing showing the comparison with the noise forecast outside a tire vehicle predicted by the noise prediction approach outside a tire vehicle of this invention, and measured value.

[Drawing 7] It is an explanatory view explaining "being a noise test method outside a vehicle at the time of acceleration of an automobile."

[Description of Notations]

10 Noise Prediction Equipment outside Tire Vehicle

11 Input Section

12 Car Property Operation Part

14 Friction Energy Operation Part

16 It is Noise Augend Operation Part at the Time of Acceleration.

18 It is Noise Operation Part at the Time of Inertia Transit.

20 It is Noise Operation Part outside Vehicle at the Time of Acceleration.

22 Memory Section

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-90264

(P2002-90264A)

(43) 公開日 平成14年3月27日 (2002.3.27)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------------------|
| G 0 1 M 17/02 | | B 6 0 C 19/00 | H 5 B 0 4 9 |
| B 6 0 C 19/00 | | G 0 6 F 17/60 | 1 5 0 |
| G 0 6 F 17/60 | 1 5 0 | 19/00 | 1 0 0 |
| 19/00 | 1 0 0 | G 0 1 M 17/02 | B |

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-286797(P2000-286797)

(22) 出願日 平成12年9月21日 (2000.9.21)

(71) 出願人 000006714

横浜ゴム株式会社

東京都港区新橋5丁目36番11号

(72) 発明者 桂 直之

神奈川県平塚市迫分2番1号 横浜ゴム株

式会社平塚製造所内

(74) 代理人 100080159

弁理士 渡辺 望 稔 (外1名)

Fターム(参考) 5B049 BB31 CC21 EE03 EE12 FF03

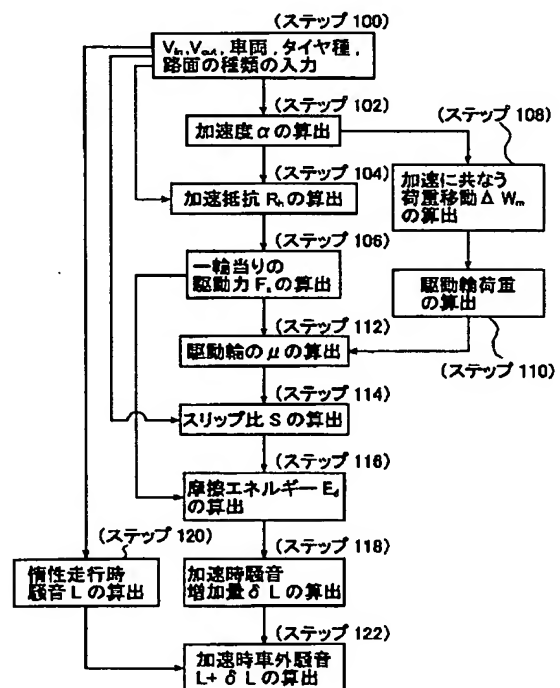
FF04

(54) 【発明の名称】 タイヤ車外騒音予測方法およびタイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 タイヤの加速時車外騒音のレベルを再現性が高く、精度良く、しかも容易に予測することのできるタイヤ車外騒音予測方法を提供する。

【解決手段】 タイヤの加速時車外騒音を、所定の速度で走行する際に発生するタイヤの惰性走行時騒音と所定の走行速度から加速する際に発生する加速時騒音増加量を合成することによって予測し、前記加速時騒音増加量は、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦エネルギー、あるいは、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦仕事率、を用いて求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】タイヤの加速時車外騒音を、所定の速度で走行する際に発生するタイヤの惰性走行時騒音と所定の走行速度から加速する際に発生する加速時騒音増加量とを合成することによって予測する、加速時のタイヤ車外騒音予測方法であって、

前記加速時騒音増加量は、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦エネルギー、あるいは、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦仕事率、を用いて求めることを特徴とするタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項2】前記加速時騒音増加量は、前記摩擦エネルギーあるいは前記摩擦仕事率の多項式を対数変換した関数によって求める請求項1に記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項3】前記多項式は、前記摩擦エネルギーあるいは前記摩擦仕事率の1次多項式あるいは2次多項式である請求項2に記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項4】前記摩擦エネルギーは、タイヤの回転を加速する際にタイヤに働く駆動力と、タイヤの路面に対するスリップ比とを用いて求める請求項1～3のいずれかに記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項5】前記摩擦エネルギーは、前記駆動力と前記スリップ比を乗算して求める請求項4に記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項6】前記摩擦仕事率は、タイヤの回転を加速する際に前記タイヤに働く駆動力と、タイヤの路面に対するスリップ速度とを用いて求める請求項1～3のいずれかに記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項7】前記摩擦エネルギーは、前記駆動力と前記スリップ速度を乗算して求める請求項6に記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項8】前記駆動力は、タイヤを装着した車両を実際に加速した際に、前記車両に取り付けられたセンサで計測して取得する請求項4～7のいずれかに記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項9】前記スリップ比あるいは前記スリップ速度は、タイヤを装着した車両を実際に加速した際に得られる前記車両の走行速度およびタイヤの回転角速度から求める請求項4～8のいずれかに記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項10】請求項4～7のいずれかに記載のタイヤ車外騒音予測方法であって、タイヤの加速時車外騒音を予測する際、タイヤを装着する車両を想定し、前記駆動力、および、前記スリップ比あるいは前記スリップ速度は、想定された前記車両の車両諸元情報と前記車両の加速前後の走行速度情報とを用いて算出することを特徴とするタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項11】前記駆動力、および、前記スリップ比あ

るいは前記スリップ速度を算出する際、前記車両の加速に伴って生ずる回転相当部分重量を、前記車両の空車重量の0.07倍以上0.12倍以下とすることを特徴とする請求項10に記載のタイヤ車外騒音予測方法。

【請求項12】前記タイヤの加速時車外騒音は、タイヤを点音源とする距離減衰を含み、前記タイヤの位置によって騒音測定位置での騒音レベルが変動する騒音レベル変動波形の形式で予測される請求項1～11のいずれかに記載のタイヤ車外騒音予測方法。

10 【請求項13】コンピュータを用いて、所定の速度で走行する際に発生するタイヤの惰性走行時騒音と所定の走行速度から加速する際に発生する加速時騒音増加量とを合成することによって、タイヤの加速時車外騒音を予測するためのプログラムを記録した記録媒体であって、前記加速時騒音増加量は、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦エネルギー、あるいは、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦仕事率、を用いて求めることを特徴とするタイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体。

20 【請求項14】請求項13に記載のタイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体であって、タイヤの加速時車外騒音を予測する際、タイヤを装着する車両を想定し、この車両の車両諸元情報と前記車両の加速前後の走行速度情報とを用いて、タイヤの回転を加速する際にタイヤに働く駆動力と、タイヤの路面に対するスリップ比あるいはタイヤの路面に対するスリップ速度を算出し、算出された前記駆動力と、前記スリップ比あるいは前記スリップ速度とを用いて、前記摩擦エネルギー、あるいは、前記摩擦仕事率を算出することを特徴とするタイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加速時のタイヤ車外騒音予測方法に関し、特に、精度良くかつ容易に予測することのできる加速時のタイヤ車外騒音予測方法、および、タイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体に関する。

【0002】

40 【従来の技術】現在、自動車の加速時車外騒音は、自動車騒音の規制によって、上限が設定され、その試験方法についても、JIS D 1024やISO 362によって「自動車の加速時車外騒音試験方法」として設定されている。この試験方法は、図7に示されるように、車両Cを進入速度 V_{in} で位置A-A'を通過させ、位置A-A'から20m離れた位置B-B'において脱出速度 V_{out} で脱出させる。その際、車両Cの前端が位置A-A'を通過した後、車両Cの後端が位置B-B'を通過するまでの間、位置A-A'と位置B-B'との真ん

中であって、路面Gの中心線から7.5m離れ、路面Gから1.2mの高さに位置する位置（騒音測定位置）Mに配置されたマイクロホンを用いて騒音レベルを計測する。この試験方法では、タイヤTから発生するタイヤ騒音も加速時車外騒音の一要素として含まれるため、タイヤTを音源として発生するタイヤの加速時車外騒音も低いことが望ましい。

【0003】現在、このようなタイヤの加速時車外騒音は、車両のエンジン音や吸気音や排気音等を減音加工によって減音したり、タイヤと路面間から発生するタイヤ騒音を排除するために、カーペットを敷いた路面を用いて車両を走行し、その際の騒音を測定することによって、求められている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような車両を用いた実車試験では、上記「自動車の加速時車外騒音試験方法」で定めた脱出位置における速度が、減音加工を車両に施すことによって、車両の加速性能が低下するために、あるいは、減音のために路面G上にカーペットを敷いて加速走行を行うために、駆動力が十分に発生せず、規格で定めるISO10844路面上を走行する場合よりも脱出速度 V_{out} が遅い、すなわち、実車試験における加速度が小さい場合が多く、実車試験の計測結果から求まるタイヤの加速時車外騒音の精度は悪いといった問題があった。また、減音加工をする度に車両の騒音レベルも変化するため、計測結果を用いて予測されるタイヤの加速時車外騒音は、減音加工の度に変化し、再現性も悪いといった問題があった。

【0005】また、実車試験の測定結果からタイヤの加速時車外騒音を求める場合、車両位置と車両速度と騒音レベルの関係をを用い、この関係をを用いて煩雑な処理を行わなければならない、測定時間および処理時間が長くなるといった問題もあった。

【0006】例えば、上記JIS D 1024やISO 362で規定される「自動車の加速時車外騒音試験方法」を用いて車両Cを加速走行させて騒音を測定し、この測定データから、タイヤTの加速時車外騒音を求める場合、1回の加速走行に約3分、測定のばらつきを考慮して10回程度の加速走行を必要とするため、この加速走行試験に約30分を要する。さらに、路面Gにカーペットを敷いたり、タイヤのトレッド部にパタンが施されていないスムーズなタイヤを用意して、上記加速走行試験と同様の走行条件で加速走行試験を行う必要があり、この加速走行試験に約30分を要する。さらに、上記加速走行試験の走行条件である進入速度 V_{in} から脱出速度 V_{out} までの所定の走行速度で惰性走行時騒音の測定を行う必要があり、この惰性走行時騒音試験に約30分を要する。つまり、測定だけで合計約90分を要する。さらに、時系列データとして得られる騒音測定データの騒音レベルと車両Cの位置とその時の走行速度との

関係を用いて、煩雑な処理を行う必要がある。この処理に約180分かかり、測定に要する上記約90分と合わせて合計約270分の時間を要する。騒音レベルと車両Cの位置とその時の走行速度との関係が不明な場合には、タイヤの加速時車外騒音を求めることはできない。たとえ、静音加工をした車両Cがある場合でも、1回の加速走行に3分、測定のばらつきを考慮して10回程度の加速走行が必要であるため、約30分測定に要する。このように、実車試験の測定結果からタイヤの加速時車外騒音を求める場合、測定時間および処理時間が長くなるといった問題があった。

【0007】そこで、本発明は、上記問題点を解消し、タイヤの加速時車外騒音のレベルを再現性が高く、精度良く、しかも容易に予測することのできるタイヤ車外騒音予測方法の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、タイヤの加速時車外騒音を、所定の速度で走行する際に発生するタイヤの惰性走行時騒音と所定の走行速度から加速する際に発生する加速時騒音増加量とを合成することによって予測する、加速時のタイヤ車外騒音予測方法であって、前記加速時騒音増加量は、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦エネルギー、あるいは、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦仕事率、を用いて求めることを特徴とするタイヤ車外騒音予測方法を提供する。

【0009】ここで、前記加速時騒音増加量は、前記摩擦エネルギーあるいは前記摩擦仕事率の多項式を対数変換した関数によって求めるのが好ましく、前記多項式は、前記摩擦エネルギーあるいは前記摩擦仕事率の1次多項式あるいは2次多項式であるのが好ましい。ここで、前記摩擦エネルギーは、タイヤの回転を加速する際にタイヤに働く駆動力と、タイヤの路面に対するスリップ比とを用いて求めるのが好ましく、前記摩擦エネルギーは、前記駆動力と前記スリップ比を乗算して求めるのが好ましい。一方、前記摩擦仕事率は、タイヤの回転を加速する際に前記タイヤに働く駆動力と、タイヤの路面に対するスリップ速度とを用いて求められるのが好ましく、前記摩擦エネルギーは、前記駆動力と前記スリップ速度を乗算して求めるのが好ましい。

【0010】また、前記駆動力は、タイヤを装着した車両を実際に加速した際に、前記車両に取り付けられたセンサで計測して取得されるのが好ましく、また、前記スリップ比あるいは前記スリップ速度は、タイヤを装着した車両を実際に加速した際に得られる前記車両の走行速度およびタイヤの回転角速度から求めるのが好ましい。

【0011】ここで、上記タイヤ車外騒音予測方法において、タイヤの加速時車外騒音を予測する際、タイヤを装着する車両を想定し、前記駆動力、および、前記スリ

ップ比あるいは前記スリップ速度が、想定された前記車両の車両諸元情報と前記車両の加速前後の走行速度情報とを用いて算出されるのが好ましい。その際、前記駆動力、および、前記スリップ比あるいは前記スリップ速度を算出する際、前記車両の加速に伴って生ずる回転相当部分重量を、前記車両の空車重量の0.07倍以上0.12倍以下とするのが好ましい。さらに、前記タイヤの加速時車外騒音は、タイヤを点音源とする距離減衰を含み、前記タイヤの位置によって騒音測定位置での騒音レベルが変動する騒音レベル変動波形の形式で予測されるのが好ましい。

【0012】また、本発明は、コンピュータを用いて、所定の速度で走行する際に発生するタイヤの惰性走行時騒音と所定の走行速度から加速する際に発生する加速時騒音増加量とを合成することによって、タイヤの加速時車外騒音を予測するためのプログラムを記録した記録媒体であって、前記加速時騒音増加量は、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦エネルギー、あるいは、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦仕事率、を用いて求めることを特徴とするタイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体を提供する。

【0013】ここで、上記タイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体において、タイヤの加速時車外騒音を予測する際、タイヤを装着する車両を想定し、この車両の車両諸元情報と前記車両の加速前後の走行速度情報とを用いて、タイヤの回転を加速する際にタイヤに働く駆動力と、タイヤの路面に対するスリップ比あるいはタイヤの路面に対するスリップ速度を算出し、算出された前記駆動力と、前記スリップ比あるいは前記スリップ速度とを用いて、前記摩擦エネルギー、あるいは、前記摩擦仕事率を算出するのが好ましい。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明のタイヤ車外騒音予測方法およびタイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体について、添付の図面に示される好適実施例を基に詳細に説明する。

【0015】図1には、本発明のタイヤ車外騒音予測方法を実施するタイヤ車外騒音予測装置10の構成が示される。タイヤ車外騒音予測装置10は、図7に示すようなJIS D 1024で定める「自動車の加速時車外*

$$S = (R \times \omega - V_r) / (R \times \omega)$$

【0020】また、駆動 μ -S特性とは、タイヤTの回転角速度 ω の加速によって、図2に示すようにタイヤTと路面Gとの間に働く駆動力 F_r と、タイヤTが路面Gを押し付ける荷重 F_z との比、すなわち摩擦係数 $\mu (= F_r / F_z)$ がスリップ比Sに対してどのように変化するかを定めた特性で、図3に示すような特性曲線Cを持つ駆動 μ -S特性を得る。すなわち、惰性走行時、駆動力 F_r は0であるためスリップ比Sは0であるが、タイ

*騒音試験方法」を忠実に想定してタイヤTから発生する加速時車外騒音 $L + \delta L$ を予測、算出するもので、入力部11、車両特性演算部12、摩擦エネルギー演算部14、加速時騒音増加量演算部16、惰性走行時騒音演算部18、加速時車外騒音演算部20および車両諸元情報やタイヤの駆動 μ -S特性等の既知情報を記録保持するメモリ部22とを有して構成される。なお、このようなタイヤ車外騒音予測装置10の構成部位は、コンピュータ内で実行されて機能を発揮するソフトウェアで構成されるものであっても、構成部位が回路基板によって設計されたハードウェアによって構成されるものであってもよい。

【0016】入力部11は、試験条件に従って走行する車両Cの加速前後の走行速度情報、すなわち、進入速度 V_{in} 、脱出速度 V_{out} 、さらには、タイヤ車外騒音を予測するために想定される車両Cの種類、タイヤTの種類や路面Gの種類がキーボードやマウス等の操作系を用いて入力される部位である。入力された情報は、車両特性演算部12、摩擦エネルギー演算部14および惰性走行時騒音演算部18に送られる。

【0017】車両特性演算部12は、入力部11より送られた進入速度 V_{in} および脱出速度 V_{out} を受け取り、一方、入力部11より送られた車両Cの種類に関する情報から、メモリ部22に記録保持されている、入力された車両Cの車両諸元情報を呼び出し、この車両諸元情報を用いて、加速度 a および加速抵抗 R_a を介して、一輪当たりのタイヤTに働く駆動力 F 、およびタイヤTの摩擦係数 μ の算出を行う部位である。算出方法については後述する。

【0018】摩擦エネルギー演算部14は、車両特性演算部12で算出された駆動力 F_r および摩擦係数 μ を用い、入力部11から送られたタイヤの種類や路面の種類に関する情報を用いて、所望の駆動 μ -S特性をメモリ部22から呼び出し、スリップ比Sを算出して摩擦エネルギー E_r を算出する部位である。算出方法については後述する。

【0019】ここで、スリップ比Sとは、図2に示すように、タイヤTの転がり有効半径をR、タイヤTの回転角速度 ω 、タイヤの前方に進む速度、すなわち車両走行速度V、とすると、下記式(1)で定義される比率である。

$$(1)$$

ヤTの回転角速度 ω の加速により、タイヤTは路面Gから駆動力 F_r を受け、摩擦係数 μ は大きくなり、スリップ比Sは次第に大きくなる。しかし、タイヤTと路面G間の摩擦係数 μ には限界があり、摩擦係数 μ_p を超えることはない。すなわち、タイヤTの回転角速度 ω の加速によるスリップ比が S_p を超えると、タイヤTは路面Gに対して空転を開始し、駆動力 F_r は低下し、摩擦係数 μ は低下する。タイヤ車外騒音予測装置10において行

われるタイヤTの回転角速度の加速は、スリップ比Sがスリップ比 S_r 以下の範囲で行われる。従って、摩擦係数 μ_s が得られると一意的にスリップ比 S_r が求まる。

【0021】このような駆動 $\mu-S$ 特性は、この特性曲線Cを近似する近似関数がメモリ部22に保有されることによって記録保持され、この近似関数が呼び出され、この近似関数に基づいてスリップ比Sが算出されるように構成されてもよいし、図3に示すような曲線C上の複数の離散点を参照テーブルとしてメモリ部22に保有 *

$$E_d = F_r \times S$$

ここで、摩擦エネルギー E_d が式(2)で表されるのは、以下の理由による。

【0023】すなわち、本来、摩擦エネルギー E_d は、路面Gに対するタイヤTの変位量 X_{disp} を駆動力 F_r に乗算することによって得られる。ここで、路面Gに対するタイヤTの変位量 X_{disp} は、回転するタイヤTが路面Gと接し始める踏み込み端 E_i から蹴り出し端 E_r の間に、タイヤTのトレッド部が路面Gに対して変位する量であり、これは、タイヤTの回転角速度 ω にタイヤ転がり有効半径Rを乗算して得られるタイヤTの路面Gと接

$$X_{disp} = (R \times \omega - V_r) \times (L / (R \times \omega)) \quad (3)$$

なお、上記例は、摩擦エネルギー E_d を式(2)のように駆動力 F_r とスリップ比Sの積で定義したが、本発明においては、これに限定されず、下記式(4)に従って、摩擦エネルギー E_d を駆動力 F_r とスリップ比Sを★

$$E_d = f(F_r, S)$$

【0024】加速時騒音増加量演算部16は、摩擦エネルギー演算部14で得られた摩擦エネルギー E_d を用いてタイヤTの加速時騒音増加量 δL を算出する部位であ☆

$$\delta L = 10 \times \log \{g(E_d) / (2\pi r^2)\} \quad (5)$$

ここで、rとは、タイヤTと騒音測定位置Mとの距離であり、rの自乗に反比例する形で多項式 $g(E_d)$ の値が低下するように、タイヤTを点音源とした距離減衰が考慮されている。ここで、 $g(E_d)$ は、1次や2次、さらには3次等の多項式である。このような加速時騒音増加量 δL は、式(5)に示されるように、タイヤTの位置と騒音測定位置Mとの距離rの関数によって表されるので、JIS D 1024の「自動車の加速時車外騒音試験方法」で定める距離 r_0 に変換するために、車両諸元情報の中の車両Cの前ボディオーバーハング量 L_{hang} を用いて距離 r_0 に変換し、さらに、距離 r_0 に変換された加速時騒音増加量 δL の式を用いて、距離 r_0 の値を変化させて、距離 r_0 に対する加速時騒音増加量 δL を求める。このような加速時騒音増加量 δL は加速時車外騒音演算部20に送られる。

【0025】惰性走行時騒音演算部18は、入力部11から送られた進入速度 V_{in} 、脱出速度 V_{out} の情報を用いて、加速中の各走行速度における惰性走行時騒音Lを算出する部位である。ここで惰性走行時騒音Lとは、車両走行速度 V_r で走行する際にタイヤTから発生するタ

*し、この参照テーブルが呼び出され、スリップ比Sが参照テーブルに基づいて算出されてもよい。このような駆動 $\mu-S$ 特性は、タイヤの種類や路面Gの種類によって異なるので、予め種々の駆動 $\mu-S$ 特性がメモリ部22に記憶保持される。

【0022】一方、摩擦エネルギー E_d とは、タイヤTと路面Gとの間の摩擦によって発生するエネルギーを意味する。ここで、摩擦エネルギー E_d は、下記式(2)に従って定義される。

$$(2)$$

※する際、速度 $R \times \omega$ と車両走行速度 V_r の速度差に、タイヤTのトレッド部が踏み込み端 E_i から蹴り出し端 E_r までの通過時間tを乗算することによって求まる。さらに、この通過時間tは、踏み込み端 E_i から蹴り出し端 E_r までの距離Lを速度 $R \times \omega$ で除算することによって得られる。すなわち、タイヤTの変位量 X_{disp} は、下記式(3)に従って求まるが、踏み込み端 E_i から蹴り出し端 E_r までの距離Lの変化が変位量 X_{disp} の変化に与える寄与は小さく、距離Lを略一定として考えることができ、式(2)の形で定義することができる。

★用いた関数fで表すものであれば、いずれであってもよい。例えば、駆動力 F_r とスリップ比Sの2次や3次の多項式等が例示される。

$$(4)$$

☆る。ここで、タイヤTの加速時騒音増加量 δL は、下記式(5)に従って、摩擦エネルギー E_d の多項式 $g(E_d)$ を対数変換した関数によって求められる。

$$(5)$$

イヤTの騒音である。一般に、惰性走行時騒音は、車両走行速度 V_r に対して、 $C_1 \times \log(V_r) + C_2$ (C_1 および C_2 は所定の定数)の形で表される。惰性走行時騒音演算部18においてもこれを用い、さらに、タイヤTの位置と騒音測定位置Mの位置との距離をrとした際の距離減衰を考慮して、騒音測定位置Mにおける加速中の各走行速度における惰性走行時騒音Lを算出する。その際、図5に示すように、車両諸元情報の中の車両Cの前ボディオーバーハング量 L_{hang} を用いて、上記「自動車の加速時車外騒音試験方法」で定める距離 r_0 に変換し、距離 r_0 を変化させて、距離 r_0 に対する惰性走行時騒音Lを求める。こうして算出された惰性走行時騒音Lは、加速時車外騒音演算部20に送られる。

【0026】加速時車外騒音演算部20は、惰性走行時騒音Lに加速時騒音増加量 δL が合成される。合成方法は、送られてきた惰性走行時騒音Lおよび加速時騒音増加量 δL が、dBAの単位のデータであるので、一度音圧に戻されて、同じ距離 r_0 における惰性走行時騒音Lと加速時騒音増加量 δL の音圧が線形的に加算された後、対数変換されてdBAの単位に戻される。こうし

て、騒音測定位置Mにおける、距離 r_0 に対するタイヤCの加速時車外騒音 $L + \delta L$ が算出され、図示されないモニタやプリンタ等に送られ、図1に示されるような騒音レベル変動波形Wが表示され、あるいは、プリント出力される。

【0027】メモリ部22には、車両諸元情報が車両Cの種類に区分けされて記憶保持され、また、タイヤTの種類および路面Gの種類の組み合わせに区分けされて駆動 μ -S特性が記録保持される。車両諸元情報は、例えば車両全長、乗員・積荷重量、空車重量、前軸重量、車両重心高さ、ホイールベース、FFやFR等の駆動方式および4輪や2輪等の駆動輪数等の情報である。車両の種類とは、車両製造業者の製造販売する車種の型式等という。あるいは、乗用車、1トントラック等のように、大まかな車種に区分けされ、それに応じた代表的な車両諸元情報が記憶保持されるものであってもよい。

【0028】記録保持される駆動 μ -S特性は、MTS社製FT-III等の μ -S特性を測定する室内台上測定によって計測されたものでもよく、あるいは、 μ -S特性を測定する公知のトレーラ等を用いて実路上で測定されたものであってもよく、さらには、公知のタイヤ構造モデル等を用いてシミュレーションされて算出されたものであってもよい。また、メモリ部22には、加速時騒音増加量16で用いられる摩擦エネルギー E_d の多項式の関数 $g(E_d)$ の各係数が記録され、操作者の入力によって所望の関数 $g(E_d)$ が設定されるように、メモリ部22に関数 $g(E_d)$ の係数が記録保持されてもよい。

【0029】なお、上記実施例は、タイヤTの摩擦エネ

$$\alpha = \{ (V_{out} / 3.6)^2 - (V_{in} / 3.6)^2 \} / 2 / (L_{tot} + 2.0) \quad (6)$$

ここで、式(2)の分母において $(L_{tot} + 2.0)$ とするのは、上記試験方法が、車両Cの前端が位置A-A'を通過した後、車両Cの後端が位置B-B'を通過する間を測定時間と定めているからである。

$$R_h = (W_i + \Delta W + w) \times \alpha / G \quad (7)$$

ここで、Gは重力加速度であり、 ΔW は回転部分相当重量である。回転部分相当重量は、空車重量 W_i の0.07倍以上0.12倍以下であるのが好ましく、例えば車両Cが乗用車である場合、空車重量 W_i の約0.08倍の重量が、車両Cがトラックである場合、空車重量 W_i の約0.11倍の重量が回転部分相当重量として用いられるとよい。

【0032】ここで、回転部分相当重量 ΔW とは、車両★

$$R_r = 0.02 \times (W_i + w) \quad (8)$$

こうして得られた加速抵抗 R_h と転がり抵抗 R_r が加算され、さらに、車両Cの種類によって定まる駆動輪数 n 、例えば、2輪駆動の場合は $n=2$ 、4輪駆動の場合は $n=4$ 、が考慮され、下記式(9)に従って車両Cの一輪に働く駆動力、すなわち、加速するタイヤTが路面

* ルギー E_d を用いて、加速時騒音増加量 δL を求めるものであるが、本発明においては、摩擦エネルギー E_d の代わりに、タイヤTと路面Gとの間で行われる摩擦仕事率 W_f を用いてもよい。この場合、摩擦エネルギー演算部14に替えて、摩擦仕事率演算部を用いる。摩擦仕事率演算部では、摩擦エネルギー演算部14と同様に、車両特性演算部12から送られた摩擦係数 μ とメモリ部22から呼び出された駆動 μ -S特性とを用いてスリップ比 S を求め、さらに、求められたスリップ比 S と進入速度 V_{in} および脱出速度 V_{out} とを用いて、スリップ速度 $(R \times \omega - V_r) (= \Delta V)$ を求め、このスリップ速度 $(R \times \omega - V_r)$ に駆動力 F_r を乗算することによって摩擦仕事率 W_f を求める。その際、式(5)の多項式の係数は摩擦エネルギー E_d を用いる場合と異なる。タイヤ車外騒音予測装置10は、以上のように構成される。

【0030】次に、本発明のタイヤ車外騒音予測方法について、図4に示されるタイヤ車外騒音予測装置10における処理フローに基づいて説明する。まず、入力部11に、進入速度 V_{in} (km/h)および脱出速度 V_{out} (km/h)、車両Cの種類、タイヤTの種類および路面Gの種類に関する情報が入力される(ステップ100)。次に、入力された情報は、車両特性演算部12に送られ、車両Cの種類に関する情報から、メモリ部22に記録保持された所望の車両諸元情報が呼び出される。この車両諸元情報の中の車両全長 L_{tot} を用いて、下記式(6)に従って、図7に示す位置A-A'とこの位置から20m離れた位置B-B'間の加速度 α (m/s²)が算出される(ステップ102)。

※【0031】求められた加速度 α は、車両諸元情報の中の空車重量 W_i および乗員・積荷重量 w とともに、加速抵抗 R_h を下記式(7)に従って算出する(ステップ104)。

★Cを加速する際、タイヤTや回転シャフト等の回転部分の加速に伴う慣性抵抗を、重量の次元で表したものをいう。また、車両CのタイヤTを含む車輪全体が回転することによって生じる転がり抵抗 R_r は、一般的に、空車重量 W_i および乗員・積荷重量 w の和の略0.02倍であることから、下記式(8)に従って転がり抵抗 R_r を求める。

Gから受ける一輪当たりの駆動力 F_r が算出される(ステップ106)。一般に、車両Cの加速走行時、空気抵抗も生じるが、空気抵抗は、加速抵抗 R_h と転がり抵抗 R_r と比較して小さく省略することができる。

11

$$F_x = (R_a + R_r) / n$$

【0033】このようにして求められるタイヤTに働く駆動力 F_x は、実車試験で実際に測定される測定駆動力と比較することにより、前述した回転部分相当重量 ΔW を空車重量 W_i の0.07倍以上0.12倍以下として求めるのが好ましく、また、式(8)に従って求めた転がり抵抗 R_r を含めるのが好ましいことがわかる。

【0034】図5には、車両Cとして、後輪駆動のFR乗用車を用いた時の、式(7)～(9)を用いて算出される駆動力 F_x と、実車試験により測定された測定駆動力とが指数表示されている。ここで、実車試験により測定される測定駆動力は、後輪の車軸に取り付けた分力計によって駆動力が測定される。車両Cの走行条件は、図7に示す試験方法に従い、進入速度 V_{in} を50km/hとして、位置A-A'から進入し、位置B-B'において脱出速度 V_{out} で脱出する。図4中のグラフは、速度差($V_{out} - 50$)に対する駆動力の関係を示し、実際に測定された測定駆動力の結果が◆印でプロットされている。

【0035】また、図4には、式(7)、(8)および(9)によって算出される駆動力 F_x について、転がり抵抗 R_r の有無、および回転部分相当重量 ΔW の程度に関する3条件の結果が△印、□印および*印の各記号で区別されて記されている。

【0036】ここで、図4中の△印は、式(7)中の回転部分相当重量 ΔW を空車重量 W_i の0.08倍とし、式(9)中の転がり抵抗 R_r を式(8)に従って用いた場合の結果であり、□印は、式(7)の回転部分相当重*

$$\Delta W_r = h \times (W_i + w) \times \alpha / L_r / G \quad (10)$$

ここで、 h は、車両諸元情報の中の車両重心高さであり、 L_r は、ホイールベースを示す。こうして算出される荷重移動 ΔW_r は、下記式(11)あるいは(12)*

$$FF \text{ の場合: } F_r = (W_r - \Delta W_r) / n' \quad (11)$$

$$FR \text{ の場合: } F_r = (W_r + \Delta W_r) / n' \quad (12)$$

ここで、 W_r は、車両諸元情報の中の前軸荷重であり、空車重量 W_i に乗員・積算重量 w を加えた際に前軸に懸かる荷重である。 W_r は後軸重量で、 $W_r = W_i + w - W_i$ である。ここで、 n' は、前軸あるいは後軸の車輪数であり、例えば、乗用車の場合、 $n' = 2$ である。

【0040】こうして求められた駆動輪荷重、すなわち★40

$$\mu = F_x / F_z$$

こうして得られた摩擦エネルギー演算部14に送られる。本実施例における、車両特性演算部12で行われるステップ102～112の処理は、解析式を用いて算出されるものであるが、本発明においては、これに限定されず、公知の機構解析プログラムを用い、車両諸元情報に基づいてモデル化された車両モデル等を用いて計算されるものであってもよい。たとえば、機構解析プログラムとして、Mechanical Dynamics, Inc. 社製ADAMS等が例示される。このように、解析式や機構解析プロ

12

(9)

*量 ΔW を空車重量 W_i の0.08倍とし、式(9)中の転がり抵抗 R_r を0とした場合の結果であり、*印は、式(7)中の回転部分相当重量 ΔW を空車重量 W_i の0.08倍とし、式(9)中の転がり抵抗 R_r を0とした場合の結果である。なお、*印において、式(7)中の回転部分相当重量 ΔW を空車重量 W_i の0.08倍としたのは、従来、乗用車の場合、空車重量 W_i の0.08倍、普通トラックの場合、空車重量 W_i の1.10倍であることが知られている(理工図書株式会社「自動車力学」影山克三、影山一郎著、P66)からである。

【0037】図5から明らかなように、◆印で表される測定駆動力の結果に最も近いプロットは、回転部分相当重量 ΔW を空車重量 W_i の0.08倍とし、転がり抵抗 R_r を考慮した△印であり、その次に□印である。従来の知見に基づいて回転部分相当重量 ΔW を空車重量 W_i の0.08倍とした*印は、測定駆動力の結果から大きくはずれる。

【0038】車両Cをトラックとした場合、式(7)～(9)を用いて算出される駆動力 F_x は、回転部分相当重量 ΔW を空車重量 W_i の略0.11倍とすることにより、測定駆動力と対応する。以上より、回転相当重量 ΔW を空車重量 W_i の0.07倍以上0.12倍以下とするのが好ましい。

【0039】次に、ステップ102で求めた加速度 α を用いて、加速度 α に伴う車両Cの前後輪の荷重移動 ΔW を下記式(10)に従って算出する(ステップ108)。

$$\Delta W_r = h \times (W_i + w) \times \alpha / L_r / G \quad (10)$$

30※に従って駆動輪に加わる荷重、すなわち駆動輪のタイヤTに作用する垂直荷重 F_z が算出される(ステップ110)。

$$FF \text{ の場合: } F_z = (W_r - \Delta W_r) / n' \quad (11)$$

$$FR \text{ の場合: } F_z = (W_r + \Delta W_r) / n' \quad (12)$$

★ち、駆動輪のタイヤTに作用する垂直荷重 F_z と、ステップ106で算出された駆動力 F_x とを用いて、下記式(13)に従って駆動輪の摩擦係数 μ 、すなわち、駆動輪のタイヤTの摩擦係数 μ を算出する(ステップ112)。

$$(13)$$

ラム等で作成された車両モデルを用いることで、容易に垂直荷重 F_z を算出することができる。さらに、ABAQUS等の有限要素法プログラムで作成されたタイヤモデルを用いることで、摩擦係数 μ を算出することができる。

【0041】なお、駆動力 F_x は、解析式や機構解析プログラムで作成された車両モデルを用いて算出される必要は必ずしもなく、本発明においては、タイヤTを装着した車両Cを、所定の速度から実際に加速することによ

って、車両CのタイヤTの回転車軸に取り付けられた6分力計等のセンサで実際に計測されて取得されたものを採用してもよい。また、スリップ比Sあるいはスリップ速度 ΔV についても、タイヤTを装着した車両Cを、所定の速度から加速することによって、車両Cの走行速度およびタイヤTの回転速度を測定することによって求められるものを採用してもよい。

【0042】摩擦エネルギー演算部14では、入力部11から送られたタイヤTの種類や路面Gの種類に関する情報から、メモリ部22に記録保持された所望の駆動 μ -S特性が呼び出され、車両特性演算部12から送られた摩擦係数 μ に基づいて、図3に示すように、スリップ比Sを算出する(ステップ114)。駆動 μ -S特性は、摩擦係数 μ およびスリップ比Sが無次元化されているので、タイヤTに加わる垂直荷重 F_z が異なる場合や車両走行速度 V 、や回転角速度 ω が異なる場合でも、用いることができる。

【0043】次に、算出されたスリップ比Sと駆動力 F_x とを用いて、式(2)や式(4)に従って摩擦エネルギー E_d を算出する(ステップ116)。こうして算出された摩擦エネルギー E_d は、加速時騒音増加量演算部16に送られ、加速時騒音増加量 δL が算出される(ステップ118)。算出方法は、式(5)に従って算出される。ここで、 $g(E_d)$ の関数として、例えば、 $C_3 \times E_d + C_4$ や $C_3 \times E_d^2 - C_6 \times E_d$ ($C_3 \sim C_6$ は、いずれも所定の係数)等の1次や2次の多項式が例示される。さらに式(5)中の距離 r を、図7に示すような、車両諸元情報の中の車両Cの前ボディオーバーハング量 L_{hang} を用いて距離 r_0 に変換して、距離 r_0 の値を変化させて、距離 r_0 に対する加速時騒音増加量 δL を求める。このような加速時騒音増加量 δL は加速時車外騒音演算部20に送られる。

【0044】一方、惰性走行時騒音演算部18では、入力部11から送られた進入速度 V_{in} 、脱出速度 V_{out} の情報をを用いて、加速中の各走行速度における惰性走行時騒音 L を算出する(ステップ120)。すなわち、惰性走行時騒音 L を $C_1 \times \log(V_v) + C_2$ (C_1 および C_2 は、いずれも所定の係数)の形で算出し、さらに、タイヤTと騒音測定位置Mとの距離 r とした際の距離減衰を考慮して、距離 r_0 に対する惰性走行時騒音 L を求める。このような惰性走行時騒音 L は、車両Cを実際に走行して測定して得てもよく、公知の室内台上測定機を用いて得てもよい。求められた惰性走行時騒音 L は、加速時車外騒音演算部20に送られる。

【0045】加速時車外騒音演算部20では、送られてきた惰性走行時騒音 L と加速時騒音増加量 δL とが合成され、タイヤTの加速時車外騒音 $L + \delta L$ が算出される(ステップ122)。ここで、送られてきた惰性走行時騒音 L および加速時騒音増加量 δL は、dBA表示で得られるため、リニアな音圧に変換されて、同じ距離 r_0

における音圧が加算された後、対数変換されてdBA表示とされる。このような加速時車外騒音 $L + \delta L$ のデータは、タイヤ車外騒音予測装置10から出力データとして出力され、図示されないモニタやプリンタ等の出力装置に数値データが出力され、あるいは、車両Cの位置に応じて騒音レベルが変化する騒音レベル変動波形 W が表示される。

【0046】図6には、上記方法によって予測されたタイヤTの加速時車外騒音 $L + \delta L$ の予測値と、車両Cを実際に走行して測定し、タイヤTの加速時車外騒音を高精度に求めた測定値との比較を、所定の騒音レベル α [dBA]を基準にして示している。予測値および測定値は、いずれも、得られた騒音レベル変動波形 W のうちの任意の車両の位置に対する騒音レベルを示している。なお、使用したタイヤTは、いずれも乗用タイヤであり、205/55R16の5仕様のタイヤと、215/60R16の3仕様のタイヤと、225/45ZR17の4仕様のタイヤと、225/50ZR16の10仕様のタイヤである。

【0047】図6中、■印は、式(5)において、 $g(E_d)$ を、 $C_3 \times E_d^2 - C_6 \times E_d$ (C_3 および C_6 は、いずれも所定の係数)として得られた加速時車外騒音 $L + \delta L$ の予測値と測定値のプロットであり、◆印は、式(5)の摩擦エネルギー E_d の代わりに摩擦仕事率 W_d を用い、その時の、 $g(W_d)$ を、 $C_3 \times E_d + C_4$ (C_3 および C_4 は、いずれも所定の係数)として得られた加速時車外騒音 $L + \delta L$ の予測値と測定値のプロットである。

【0048】図6より、◆印の予測値と測定値との相関係数は略0.8であり、その時の回帰式も、予測値=1.0008×測定値、となり、精度良く、しかも、再現性も高く、予測値が測定値に対応することがわかる。さらに、■印の予測値と測定値との相関係数は略0.9であり、回帰式も、予測値=0.999×測定値、となり、極めて精度良く、しかも、再現性も高く、予測値が測定値に対応することがわかる。

【0049】このようなタイヤ車外騒音予測方法を用いることで、惰性走行時騒音 L 、および、駆動 μ -S特性が既知である場合、加速時車外騒音 $L + \delta L$ の算出はわずか約10秒である。惰性走行時騒音 L および駆動 μ -S特性がわかっておらず、この駆動 μ -S特性の測定を必要とする場合においても、駆動 μ -S特性の測定による取得はわずか1分程度であり、惰性走行時騒音 L の測定に要する時間30分と合わせて、合計31分程度しかかからない。従来、JIS D 1024やISO 362で規定される「自動車の加速時車外騒音試験方法」を用いて騒音測定を行い、タイヤの加速時車外騒音を求める場合に比べて、タイヤの加速時車外騒音の算出に要する時間が大幅に短縮される。しかも、図6に示されるように、再現性が高く、精度良く算出することができ

る。

【0050】このようなタイヤ車外騒音の予測方法は、タイヤ車外騒音予測プログラムとしてCD-ROMやフロッピーディスク等の公知の記録媒体に格納されているのが好ましい。例えば、加速時騒音増加量演算部16や、惰性走行時騒音演算部18や加速時車外騒音演算部20の各機能を実施するプログラムが記録媒体に格納されてもよいし、さらには、摩擦エネルギー E_f や摩擦仕事率 W_f を算出する際に必要とされる駆動力 F 、および、摩擦係数 μ やスリップ速度 ΔV 等を算出する車両特性演算部12や摩擦エネルギー演算部14や摩擦仕事率演算部等の各機能を実施するプログラムが記録媒体に格納されてもよく、また、タイヤ車外騒音予測装置10全体の機能を実施するプログラムが記録媒体に格納されてもよい。

【0051】以上、本発明のタイヤ車外騒音予測方法およびタイヤ車外騒音予測プログラムを記録した記録媒体について詳細に説明したが、本発明は上記実施例に限定はされず、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、各種の改良および変更を行ってもよいのはもちろんである。

【0052】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦エネルギー、あるいは、タイヤの回転を加速することによって生じるタイヤと路面間に働く摩擦仕事率、を用いてタイヤの加速時騒音増加量を求めることにより、タイヤの加速時車外騒音のレベルを、再現性が高く、精度良く、しかも容易に短時間に予測することができる。特に、タイヤに働く駆動力、および、タイヤの路面に対するスリップ比あるいはスリップ速度を、車両の車両諸元情報と車両の加速前後の走行速*

* 度情報とを用いて算出し、これを用いて摩擦エネルギーや摩擦仕事率を算出することで、タイヤの加速時騒音増加量を、さらには、タイヤの加速時車外騒音を、容易に短時間に予測することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のタイヤ車外騒音予測方法を実施するタイヤ車外騒音予測装置の一例を示すブロック図である。

【図2】 本発明のタイヤ車外騒音予測方法において対象とされるタイヤの加速走行時の速度、駆動力および垂直荷重を説明する説明図である。

【図3】 本発明のタイヤ車外騒音予測方法に用いられる駆動 μ - S 特性を説明する説明図である。

【図4】 本発明のタイヤ車外騒音予測方法の流れの一例を示すフローチャートである。

【図5】 本発明のタイヤ車外騒音予測方法で算出される駆動力と、測定駆動力との比較を示す図である。

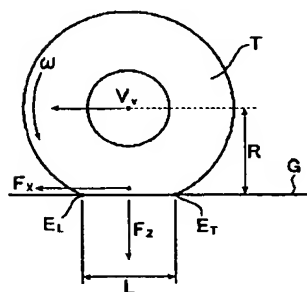
【図6】 本発明のタイヤ車外騒音予測方法で予測されるタイヤ車外騒音予測値と、測定値との比較を示す図である。

【図7】 「自動車の加速時車外騒音試験方法」を説明する説明図である。

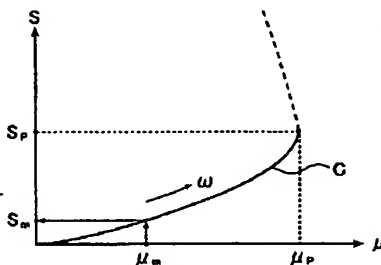
【符号の説明】

- 10 タイヤ車外騒音予測装置
- 11 入力部
- 12 車両特性演算部
- 14 摩擦エネルギー演算部
- 16 加速時騒音増加量演算部
- 18 惰性走行時騒音演算部
- 20 加速時車外騒音演算部
- 22 メモリ部

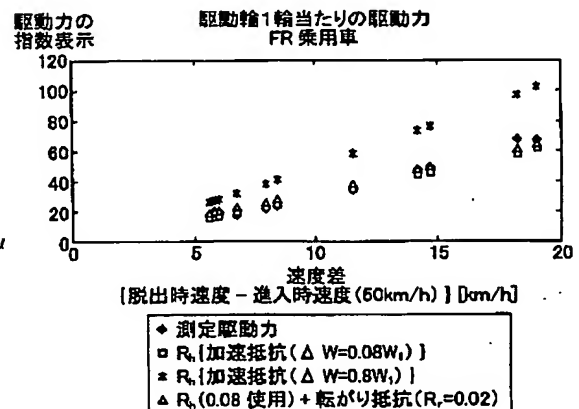
【図2】



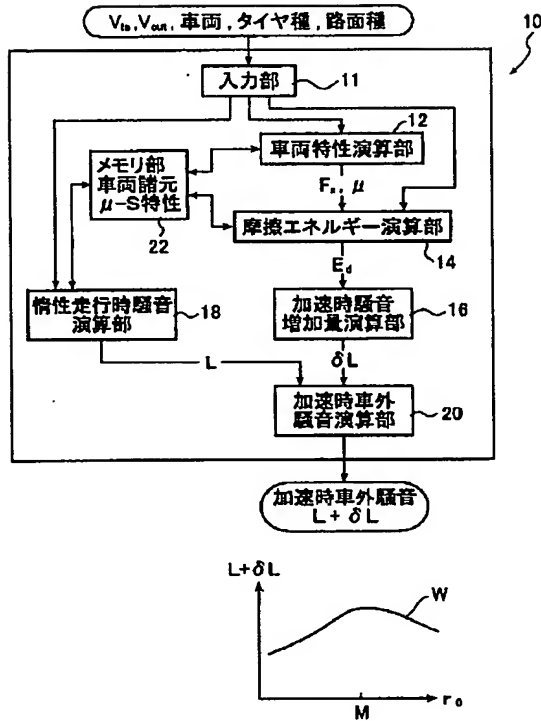
【図3】



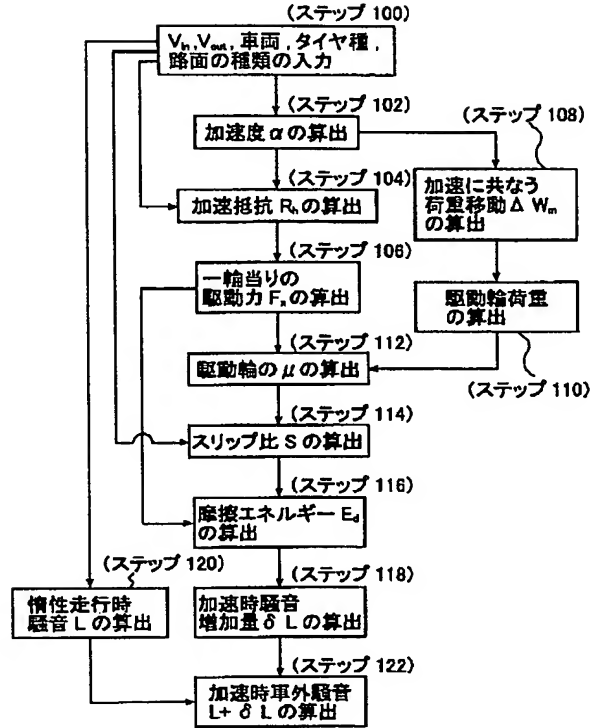
【図5】



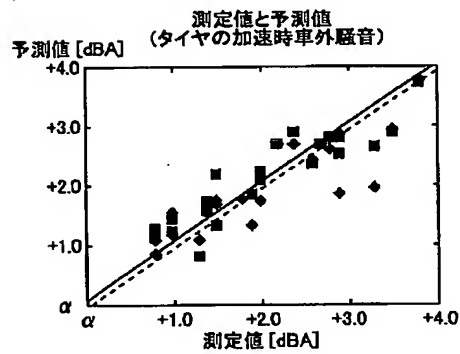
【図1】



【図4】



【図6】



【図7】

